

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-304403

(43)Date of publication of application : 28.11.1997

(51)Int. Cl.

G01N 37/00

G01B 21/30

(21)Application number : 08-124661 (71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 20.05.1996 (72)Inventor : NISHIYAMA YASUHISA

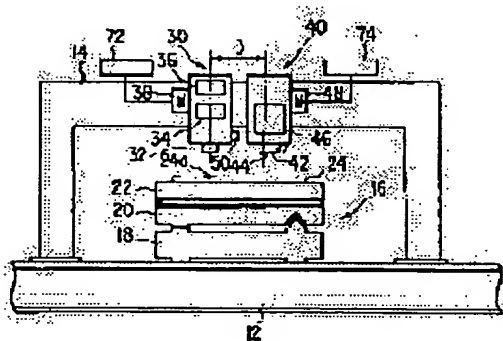
(54) SCANNING PROBE MICROSCOPE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a scanning probe microscope which keeps a probe from coming into contact with a sample when the sample is moved by a stage.

SOLUTION: A stage 16 is provided on a base 12 to place a sample 24 thereon. An arch 14 is fixed on the base 12 and an optical microscope part 30 and a probe unit 40 are arranged at the central part thereof to be both vertically movable together. The probe unit 40 has a cantilever 42 with a probe 44 at the free end thereof and a scanner 46 for three-dimensionally scanning it. The optical axis of an objective lens 32 and the axis of the probe 44 are positioned as spaced at an interval D. This apparatus has an optical microscope part 30 and a

position sensor 50 to detect a specified vertical positional relationship of the probe unit 40. In this positional relationship, for example, the tip of the probe and the surface of the sample are placed at a specified interval (normally, several tens μm) when the optical microscope part 30 is focused.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision
of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A probe unit including a stage means to lay a sample movable two-dimensional, and a probe and a scan means to scan this in three dimensions, A position control means to control the location of the probe unit about a direction vertical to a sample front face, It has the position sensor which detects the position relation beforehand defined between the observation optical system which observes a sample front face optically through an objective lens, and the probe unit about a direction vertical to a sample front face and observation optical system. As for a probe unit and observation optical system, the shaft of a probe and the shaft of an objective lens are carrying out distance detached building ***** of predetermined. A stage means After an observation part is determined by observation optical system, predetermined carries out distance migration of the sample, and an observation part is arranged just under a probe. A position control means While a sample is moved by the stage means, after every sufficient distance ***** and an observation part

have been arranged just under a probe from a sample front face, a probe unit The scanning probe microscope made to stop access at a high speed comparatively when a probe unit is made to approach a sample comparatively at high speed and a position sensor detects position relation.

[Claim 2] The scanning probe microscope under which observation optical system has the autofocus device further in claim 1.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 2. **** shows the word which can not be translated.
 3. In the drawings, any words are not translated.
-

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the scanning probe microscope suitable for observation of a large-sized sample.

[0002]

[Description of the Prior Art] A scanning probe microscope is equipment which can investigate various properties (electric-field distribution, conductivity distribution, etc.) including the irregularity on the front face of a sample with the resolution of atomic level, and the scanning tunneling microscope (STM) and the atomic force microscope (AFM) are known well especially. A scanning probe microscope has a probe (probe) as the name suggests, arranges a probe near the sample front face in the case of measurement, and it scans a probe along the front face of a sample, controlling the distance between a probe head and a sample front face.

[0003] Under the early scanning probe microscope, the scan between a probe and a sample was performed by moving a sample using an electrostrictive actuator. Since the scanning zone of an electrostrictive actuator was at most dozens of micrometer square, the sample was restricted to the small thing.

[0004] The scanning probe microscope fits inspection of a semi-conductor substrate from the high level of the resolving power, and what can observe the part of the request on large-sized samples, such as a 8 inch silicon wafer, if needed was desired.

[0005] As what meets this want, it is not a sample side and the scanning probe

microscope of a configuration of performing the scan between a probe and a sample is proposed by moving a probe side. With this configuration, since the actuator for a scan or control is formed in the probe side supported above a sample, in the stage in which a sample is laid, constraint of it is lost in any way. It becomes possible to be able to use a large-sized thing now for a stage by this, consequently to move a sample greatly. Observation by the probe is performed by operating a stage and bringing the part which wants to observe a sample to the bottom of a probe.

[0006] Since a scanning probe microscope has very high resolving power, it does not fit rough (comparing with the resolving power of atomic level) observation at the time of pinpointing an observation part etc. for this reason -- mostly -- ** -- an optical microscope is incorporated for rough observation. Usually, an optical microscope is incorporated so that the optical axis may turn into a probe and the same axle, and an observation part and a probe are located in the same visual field. Thereby, it can perform arranging a probe in an observation part easily.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In case a stage is operated and an observation part is moved, changing sharply the distance between a probe head and a sample front face is expected by the vertical movement accompanying the irregularity of a sample, the dip of a stage, or migration of a stage etc. Therefore, in case a sample is moved by the stage, in order to avoid contact of a probe and a sample, as for a probe, only the specified quantity is evacuated up beforehand.

[0008] However, under the scanning probe microscope which built the optical axis of an optical microscope into a probe and the same axle, since the objective lens of an optical microscope is located above a probe, the amount of evacuation of a probe will receive constraint of the working distance of an objective lens. For this reason, the amount of evacuation of a probe cannot be made larger than the working distance of an objective lens, and cannot necessarily call that amount of evacuation a safe amount.

[0009] Moreover, JP, 7-190753, A is indicating the scanning probe microscope equipped with the autofocus device containing the focus detection sensor arranged in an optical microscope. With this equipment, in case a sample is moved by the stage, a focus condition is maintained using an autofocus device, a probe is moved together with an objective lens in that case, spacing on a probe head and the front face of a sample is kept constant, and this avoids contact of a probe and a sample. Since a focus detection sensor irradiates light on a sample front face through an objective lens, the focus condition is detected based on the reflected light and the probe is arranged between the objective lens and the sample, although a probe is at a partial target, it will interrupt the light of a focus detection sensor inevitably. This may grow into the factor which interferes with good actuation of an autofocus device, and can call existence of such a probe a not desirable thing.

[0010] It is being able to accomplish this invention in consideration of such a situation, the object's fully being able to evacuate a probe so that a probe's may not

contact a sample, in case a sample's is moved by the stage, and offering the scanning probe microscope which can make a probe approach a sample promptly safely moreover in the case of measurement by the probe.

[0011]

[Means for Solving the Problem] A stage means by which the scanning probe microscope by this invention lays a sample movable two-dimensional, A probe unit including a probe and a scan means to scan this in three dimensions, A position control means to control the location of the probe unit about a direction vertical to a sample front face, It has the position sensor which detects the position relation beforehand defined between the observation optical system which observes a sample front face optically through an objective lens, and the probe unit about a direction vertical to a sample front face and observation optical system. As for a probe unit and observation optical system, the shaft of a probe and the shaft of an objective lens are carrying out distance detached building ***** of predetermined. A stage means After an observation part is determined by observation optical system, predetermined carries out distance migration of the sample, and an observation part is arranged just under a probe. A position control means While a sample is moved by the stage means, after every sufficient distance ***** and an observation part have been arranged just under a probe from a sample front face, a probe unit A probe unit is made to approach a sample comparatively at high speed, and when a position sensor detects position relation, access at a high speed is stopped comparatively.

[0012] While a sample is moved by the stage means, there is no possibility of the probe fully being evacuated and contacting a sample. After an observation part is pinpointed according to observation optical system, with a stage means, an observation part is arranged just under a probe and a probe unit is close brought continuously comparatively from a sample to a certain amount of distance at high speed. Then, a probe is brought close to a sample front face to observation distance by the scan means at a low speed. Here, observation distance is the distance within the limits which mean the criteria location in the case of observation by the probe, for example, the force between atoms commits in atomic force microscope observation.

[0013] Moreover, as for the scanning probe microscope of this invention, observation optical system has the autofocus device further suitably. Since automatic or hand control always performs focusing of observation optical system, actuation of pinpointing an observation part can be performed easily. Moreover, since a probe is in the location from which it separated from the optical path of observation optical system, light of an autofocus device is not interrupted and observation optical system performs good autofocus actuation.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the scanning probe microscope of the gestalt of operation of this invention is explained, referring to a drawing. As shown in drawing 1 and drawing 2 , the stage 16 is formed on the base 12. In the direction

in which space and the first trolley table 20 cross at right angles on the fixed angular table 18 fixed to the base 12, a stage 16 is formed movable and prepared movable on the first trolley table 20 in the direction where the second trolley table 22 is parallel to space. On this trolley table 22, the large-sized samples 24, such as a 8 inch silicon wafer, are laid.

[0015] The arch 14 is being fixed to the base 12 and the optical microscope section 30 and the probe unit 40 are formed in both the vertical directions movable above the center section 16 of the arch 14, i.e., the stage. The optical microscope section 30 has an objective lens 32 and this, and the image formation optical system that has two incomes, and CCD camera 34 for acting as the monitor of the optical image on the front face of a sample is arranged in the image formation location. This optical microscope section 30 is moved in the vertical direction by the motor 38 controlled by the actuation control section 72. Suitably, the optical microscope section 30 has an autofocus device containing the focus detection sensor 36, and in this case, the actuation control section 72 carries out actuation control of the motor 38 based on the signal from the focus detection sensor 36, and it maintains a focus condition.

[0016] The probe unit 40 has the cantilever 42 which equips the free end with a probe 44, and the scanner 46, for example, a cylindrical electrostrictive actuator, which scans this in three dimensions. This probe unit 40 is moved in the vertical direction by the motor 48 controlled by the actuation control section 74.

[0017] The optical axis of an objective lens 32 and the shaft of a probe 44 keep the predetermined distance D, and the optical microscope section 30 and the probe unit 40 are arranged. Moreover, equipment has the position sensor 50 which detects the position relation of the vertical direction between the optical microscope section 30 and the probe unit 40. When this physical relationship has the optical microscope section 30 in a focus condition, the head of a probe 44 and the front face of a sample 24 are in the condition used as predetermined spacing (for example, set as dozens of micrometers).

[0018] A position sensor 50 consists of photosensor 52 of the transparency mold fixed to the optical microscope section 30, and a gobo 58 fixed to the probe unit 40, as shown in drawing 3 (A). As shown in drawing 3 (B), photosensor 52 has the light-emitting part 54 and light sensing portion 56 which kept predetermined spacing, and have been faced each other and arranged, and has the composition that a gobo 58 passes through between both. A gobo 58 is attached in the location where the output of a light sensing portion 56 serves as a predetermined value when the optical microscope section 30 and the probe unit 40 become the above-mentioned position relation.

[0019] With this configuration, if the probe unit 40 moves in the vertical direction to the optical microscope section 30, the amount which interrupts the light by which the gobo 58 was injected from the light-emitting part 54 according to that location will change, and the quantity of light which a light sensing portion 56 receives will change. Therefore, it is detectable by investigating the output of a light sensing

portion 56 that the optical microscope section 30 and the probe unit 40 became position relation.

[0020] A position sensor 50 is constituted from the light-emitting part 62 fixed to the optical microscope section 30, a light sensing portion 64 and the high reflective section 66 fixed to the probe unit 40, and the low reflective section 68 by another example, as shown in drawing 4 . The high reflective section 66 and the low reflective section 68 are attached in the location as for which the light injected from the light-emitting part 62 carries out incidence to the boundary parts of the high reflective section 66 and the low reflective section 68 exactly when the optical microscope section 30 and the probe unit 40 become the above-mentioned position relation.

[0021] With this configuration, the amount of the light which carries out incidence to a light sensing portion 64 by whether the light injected from the light-emitting part 62 carries out incidence to the high reflective section 66 or incidence is carried out to the low reflective section 68 changes. Therefore, it is detectable by detecting the changing point of the output of a light sensing portion 64 that the optical microscope section 30 and the probe unit 40 became position relation.

[0022] Next, the procedure of observation is explained. Observation is performed by the precise observation by the probe unit 40 continuing, after pinpointing an observation part by rough observation by the optical microscope section 30. while moving a sample 24 using a stage 16 in that case, the probe unit 40 is up enough beforehand so that a probe 44 may not contact a sample 24 -- distance (spacing on probe head [for example,] and front face of sample is about several mm) evacuation is carried out.

[0023] First, acting as the monitor of the optical image of the front face of a sample 24 with CCD camera 34 of the optical microscope section 30, a stage 16 is operated and a sample 24 is moved towards desired. For example, in observing the part shown by sign 24a, operate a stage 16 and it is made to move towards a request of a sample 24, and as shown in drawing 1 , it arranges observation part 24a under the optical microscope section 30. In this condition, observation part 24a is optically observed by the optical microscope section 30. Next, as shown in drawing 2 , only distance D moves the second trolley table 22 of a stage 16 rightward [of a drawing] thereby -- observation part 24a -- a probe 44 -- it comes just under exactly. Then, the probe unit 40 is dropped by the motor 48. A position sensor 50 will tell the actuation control section 74 about this, if it detects that the probe unit 40 came to the position, and in response, the actuation control section 74 stops a motor 48. Consequently, a probe 44 is arranged in the location which that head separated from the front face of a sample 24 to dozens of micrometer upper part. Then, a probe 44 is brought close to a sample 24 until it drives a scanner 46 and spacing on a probe head and the front face of a sample becomes observation distance (for example, distance on which the force between atoms acts). Then, a probe 44 is scanned with a scanner 46 and observation (for example, atomic force microscope observation) by the probe 44 is performed.

[0024] Thus, since the probe 44 is arranged in the location from which it separated from the optical axis of the objective lens 32 of the optical microscope section 30 according to this operation gestalt, while fully being able to evacuate a probe 44 from a sample 24, a probe 44 does not interrupt the light for autofocus [of the optical microscope section 30]. Moreover, since a series of control performs continuously migration of the second trolley table 22 and access in the sample 24 of a probe 44 after pinpointing an observation part by the optical microscope section 30, insurance can be made for a sample 24 to approach [a probe 44] the inside of a short time at observation distance.

[0025]

[Effect of the Invention] According to this invention, since the optical axis of the objective lens of observation optical system and the shaft of the probe of a probe unit keep a predetermined distance and are arranged, a probe can fully be evacuated from a sample. Moreover, a probe does not interfere with good actuation of the autofocus device of observation optical system. Furthermore, since an observation part is arranged by a series of control just under a probe and a probe unit is comparatively brought close to a sample by it at high speed after observation optical system determines an observation part, a sample can be made for a probe to approach [insurance] the inside of a short time even at observation distance.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-304403

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 37/00			G 0 1 N 37/00	A
G 0 1 B 21/30			G 0 1 B 21/30	Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-124661

(22) 出願日 平成8年(1996)5月20日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 西山 泰央

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

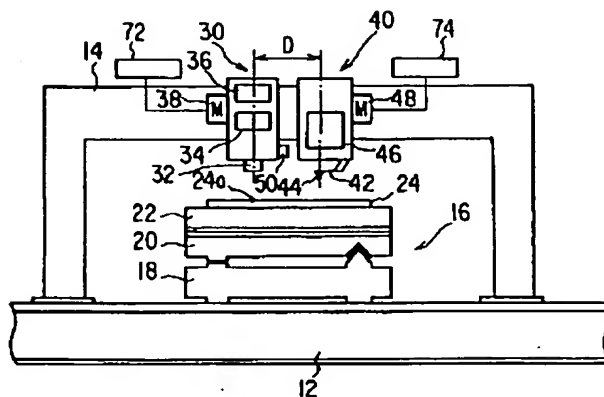
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54) 【発明の名称】 走査型プローブ顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 ステージにより試料が移動される際に探針が試料に接触することのない走査型プローブ顕微鏡を提供する。

【解決手段】 ベース12の上には試料24を載置するステージ16が設けられている。ベース12にはアーチ14が固定されており、その中央部には光学顕微鏡部30と探針ユニット40が共に上下方向に移動可能に設けられている。探針ユニット40は、自由端に探針44を備えるカンチレバー42と、これを三次元的に走査するスキャナー46を有している。対物レンズ32の光軸と探針44の軸は間隔Dを置いて位置している。装置は、光学顕微鏡部30と探針ユニット40の上下方向の所定の位置関係を検知する位置センサー50を有している。この位置関係は、例えば、光学顕微鏡部30が合焦状態にあるとき、探針先端と試料表面が所定の間隔(通常数十 μ m)となる状態である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料を二次元的に移動可能に載置するステージ手段と、
 探針とこれを三次元的に走査する走査手段とを含む探針ユニットと、
 試料表面に垂直な方向に関する探針ユニットの位置を制御する位置制御手段と、
 対物レンズを通して試料表面を光学的に観察する観察光学系と、
 試料表面に垂直な方向に関する探針ユニットと観察光学系の間の予め定めた所定の位置関係を検知する位置センサーとを有し、
 探針ユニットと観察光学系は探針の軸と対物レンズの軸が所定の距離離れて位置しており、
 ステージ手段は、観察光学系により観察箇所が決定された後に、試料を所定の距離移動させ、観察箇所を探針の真下に配置し、
 位置制御手段は、ステージ手段により試料が移動される間は探針ユニットを試料表面から十分な距離遠ざけておき、観察箇所が探針の真下に配置された後には、探針ユニットを試料に比較的高速で接近させ、位置センサーが所定の位置関係を検出したときに比較的高速での接近を停止させる、走査型プローブ顕微鏡。

【請求項2】 請求項1において、観察光学系が更にオートフォーカス機構を有している走査型プローブ顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、大型の試料の観察に適している走査型プローブ顕微鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】 走査型プローブ顕微鏡は、試料表面の凹凸をはじめ、色々な特性（電界分布や導電率分布等）を原子レベルの分解能で調べることのできる装置であり、なかでも走査型トンネル顕微鏡（STM）と原子間力顕微鏡（AFM）がよく知られている。走査型プローブ顕微鏡は、その名の通りプローブ（探針）を有し、測定の際には探針を試料表面の近傍に配置し、探針先端と試料表面の間の距離を制御しながら探針を試料の表面に沿って走査する。

【0003】 初期の走査型プローブ顕微鏡では、探針と試料の間の走査は、圧電アクチュエーターを用いて試料を移動させることにより行なっていた。圧電アクチュエーターの走査範囲は高々数十 μm 平方であるため、試料は小さいものに限られていた。

【0004】 走査型プローブ顕微鏡は、その分解能の高さから半導体基板の検査に適しており、8インチシリコンウェハー等の大型試料上の所望の箇所を必要に応じて観察できるものが望まれていた。

【0005】 この要望に応えるものとして、試料の側でなく探針の側を移動させることによって、探針と試料の

間の走査を行なう構成の走査型プローブ顕微鏡が提案されている。この構成では、走査や制御のためのアクチュエーターは、試料の上方に支持される探針の側に設けられているため、試料を載置するステージには何等制約がなくなる。これにより、ステージに大型のものが使用できるようになり、その結果、試料を大きく移動させることが可能となる。探針による観察は、ステージを操作して、試料の観察したい箇所を探針の下に持って来て行なわれる。

【0006】 走査型プローブ顕微鏡は分解能が非常に高いため、観察箇所を特定する際などの（原子レベルの分解能に比べて）大雑把な観察には適していない。このため大抵は大雑把な観察のために光学顕微鏡が組み込まれる。通常、光学顕微鏡は、その光軸が探針と同軸になるように組み込まれ、観察箇所と探針は同一視野内に位置する。これにより、探針を観察箇所に配置することが容易に行なえる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ステージを操作して観察箇所を移動させる際には、試料の凹凸やステージの傾斜やステージの移動にともなう上下動等によって、探針先端と試料表面の間の距離は大きく変動することが予想される。従って、ステージによって試料を移動させる際には、探針と試料の接触を避けるため、予め探針は所定量だけ上方に退避される。

【0008】 しかしながら、光学顕微鏡の光軸を探針と同軸に組み込んだ走査型プローブ顕微鏡では、探針の上方には光学顕微鏡の対物レンズが位置するため、探針の退避量は対物レンズの作動距離の制約を受けてしまう。このため、探針の退避量は対物レンズの作動距離よりも大きくすることはできず、その退避量は必ずしも安全な量といえない。

【0009】 また、特開平7-190753号は、光学顕微鏡内に配置された合焦検出センサーを含むオートフォーカス機構を備えた走査型プローブ顕微鏡を開示している。この装置では、ステージにより試料を移動させる際、オートフォーカス機構を用いて合焦状態を維持し、その際に対物レンズと一緒に探針を移動させて、探針先端と試料表面の間隔を一定に保ち、これにより探針と試料の接触を避けている。合焦検出センサーは、対物レンズを通して試料表面に光を照射し、その反射光に基づいて合焦状態を検知しており、探針は対物レンズと試料の間に配置されているため、探針は必然的に合焦検出センサーの光を部分的にはあるが遮ってしまう。これはオートフォーカス機構の良好な動作を邪魔する要因に成り兼ねず、このような探針の存在は好ましくないものといえる。

【0010】 本発明は、このような事情を考慮して成されたものであり、その目的は、ステージにより試料を移動させる際に、探針が試料に接触することのないように

10

20

30

40

50

探針を十分に退避させることのでき、しかも探針による測定の際には探針を試料に安全に速やかに接近させることのできる走査型プローブ顕微鏡を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による走査型プローブ顕微鏡は、試料を二次元的に移動可能に載置するステージ手段と、探針とこれを三次元的に走査する走査手段とを含む探針ユニットと、試料表面に垂直な方向に関する探針ユニットの位置を制御する位置制御手段と、対物レンズを通して試料表面を光学的に観察する観察光学系と、試料表面に垂直な方向に関する探針ユニットと観察光学系の間の予め定めた所定の位置関係を検知する位置センサーとを有し、探針ユニットと観察光学系は探針の軸と対物レンズの軸が所定の距離離れて位置しており、ステージ手段は、観察光学系により観察箇所が決定された後に、試料を所定の距離移動させ、観察箇所を探針の真下に配置し、位置制御手段は、ステージ手段により試料が移動される間は探針ユニットを試料表面から十分な距離遠ざけておき、観察箇所が探針の真下に配置された後には、探針ユニットを試料に比較的高速で接近させ、位置センサーが所定の位置関係を検出したときに比較的高速での接近を停止させる。

【0012】ステージ手段により試料が移動される間は探針は十分に退避されていて試料に接触するおそれはない。観察光学系により観察箇所が特定された後は、ステージ手段によって観察箇所が探針の真下に配置され、続いて探針ユニットが試料からある程度の距離まで比較的高速で近づけられる。その後、探針は走査手段により試料表面に低速で観察距離まで近づけられる。ここで、観察距離は探針による観察の際の基準位置を意味し、例えば原子間力顕微鏡観察においては原子間力が働く範囲内の距離である。

【0013】また、本発明の走査型プローブ顕微鏡は好適には観察光学系が更にオートフォーカス機構を有している。観察光学系の焦点合わせを自動もしくは手動により常に行なうので、観察箇所を特定する操作が容易に行なえる。また、探針は観察光学系の光路から外れた位置にあるので、オートフォーカス機構の光を遮ることはなく、観察光学系は良好なオートフォーカス動作を行なう。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態の走査型プローブ顕微鏡について説明する。図1と図2に示すように、ベース12の上にはステージ16が設けられている。ステージ16は、ベース12に固定された固定テーブル18の上に第一の移動テーブル20が紙面に直交する方向に移動可能に設けられ、第一の移動テーブル20の上に第二の移動テーブル22が紙面に平行な方向に移動可能に設けられている。この

移動テーブル22の上に、8インチシリコンウェハー等の大型の試料24が載置される。

【0015】ベース12にはアーチ14が固定されており、アーチ14の中央部すなわちステージ16の上方には光学顕微鏡部30と探針ユニット40が共に上下方向に移動可能に設けられている。光学顕微鏡部30は、対物レンズ32およびこれと共働する結像光学系を有し、その結像位置には試料表面の光学像をモニターするためのCCDカメラ34が配置されている。この光学顕微鏡部30は駆動制御部72により制御されるモーター38によって上下方向に移動される。光学顕微鏡部30は、好適には、合焦検出センサー36を含むオートフォーカス機構を有し、この場合、駆動制御部72は合焦検出センサー36からの信号に基づいてモーター38を駆動制御し、合焦状態を維持する。

【0016】探針ユニット40は、自由端に探針44を備えるカンチレバー42と、これを三次元的に走査するスキャナー46たとえば円筒型圧電アクチュエーターを有している。この探針ユニット40は駆動制御部74により制御されるモーター48によって上下方向に移動される。

【0017】光学顕微鏡部30と探針ユニット40は、対物レンズ32の光軸と探針44の軸が所定の距離Dを置いて配置されている。また、装置は、光学顕微鏡部30と探針ユニット40の間の上下方向の所定の位置関係を検知する位置センサー50を有している。この位置関係は、例えば、光学顕微鏡部30が合焦状態にあるとき、探針44の先端と試料24の表面が所定の間隔（例えば数十 μm に設定される）となる状態である。

【0018】位置センサー50は、例えば、図3(A)に示されるように、光学顕微鏡部30に固定された透過型のフォトセンサー52と、探針ユニット40に固定された遮光板58とで構成される。フォトセンサー52は、図3(B)に示されるように、所定の間隔を置いて向き合って配置された発光部54と受光部56を有し、両者の間を遮光板58が通過する構成となっている。遮光板58は、例えば、光学顕微鏡部30と探針ユニット40が前述の所定の位置関係になったときに、受光部56の出力が所定値となる位置に取り付けられる。

【0019】この構成では、光学顕微鏡部30に対して探針ユニット40が上下方向に移動すると、その位置に応じて遮光板58が発光部54から射出された光を遮る量に変化し、受光部56が受ける光量が変化する。従って、受光部56の出力を調べることにより、光学顕微鏡部30と探針ユニット40が所定の位置関係になったことを検知できる。

【0020】別の例では、位置センサー50は、図4に示されるように、光学顕微鏡部30に固定された発光部62と受光部64、探針ユニット40に固定された高反射部66と低反射部68で構成される。高反射部66と

低反射部68は、例えば、光学顕微鏡部30と探針ユニット40が前述の所定の位置関係になったときに、発光部62から射出された光がちょうど高反射部66と低反射部68の境界部分に入射する位置に取り付けられる。

【0021】この構成では、発光部62から射出された光が高反射部66に入射するか低反射部68に入射するかによって受光部64に入射する光の量が変わる。従って、受光部64の出力の変化点を検出することにより、光学顕微鏡部30と探針ユニット40が所定の位置関係になったことを検知できる。

【0022】次に観察の手順について説明する。観察は、光学顕微鏡部30による大雑把な観察により観察箇所を特定した後、探針ユニット40による精密な観察が続いて行なわれる。その際、ステージ16を用いて試料24を移動させる間は、探針44が試料24に接触することがないように、探針ユニット40は予め上方に十分な距離（例えば探針先端と試料表面の間隔が数mm程度）退避されている。

【0023】まず、光学顕微鏡部30のCCDカメラ34により試料24の表面の光学像をモニターしながらステージ16を操作して試料24を所望の方向に移動させる。例えば、符号24aで示される箇所を観察する場合には、ステージ16を操作して試料24を所望の方向に移動させ、図1に示されるように、観察箇所24aを光学顕微鏡部30の下方に配置させる。この状態では、観察箇所24aが光学顕微鏡部30により光学的に観察されている。次に、図2に示されるように、ステージ16の第二の移動テーブル22を距離Dだけ図面の右方向に移動させる。これにより、観察箇所24aは探針44のちょうど真下にくる。続いて、探針ユニット40をモーター48により降下させる。位置センサー50は、探針ユニット40が所定の位置に来たことを検知すると、これを駆動制御部74に知らせ、これを受けて駆動制御部74はモーター48を停止させる。この結果、探針44は、その先端が試料24の表面から数十 μ m上方に離れた位置に配置される。その後、スキャナー46を駆動して、探針先端と試料表面の間隔が観察距離（例えば原子間力が作用する距離）になるまで、探針44を試料24に近づける。その後、スキャナー46により探針44を走査して、探針44による観察（例えば原子間力顕微鏡観察）を行なう。

【0024】このように本実施形態によれば、光学顕微

鏡部30の対物レンズ32の光軸から外れた位置に探針44が配置されているので、探針44を試料24から十分に退避させることができるとともに、探針44が光学顕微鏡部30のオートフォーカス用の光を遮ることもない。また、光学顕微鏡部30により観察箇所を特定した後は、第二の移動テーブル22の移動と探針44の試料24への接近を一連の制御によって連続的行なうので、探針44を試料24に短時間の内に安全に観察距離に接近させることができる。

10 【0025】

【発明の効果】本発明によれば、観察光学系の対物レンズの光軸と探針ユニットの探針の軸が所定の距離を置いて配置されているので、探針を試料から十分に退避させることができる。また、探針が観察光学系のオートフォーカス機構の良好な動作を邪魔することもない。さらに、観察光学系により観察箇所を決定した後は、一連の制御によって、観察箇所が探針の真下に配置され、探針ユニットが比較的高速で試料に近づけられるので、短時間の内に安全に探針を試料に観察距離にまで接近させることができる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の走査型プローブ顕微鏡の構成を示す図であり、観察箇所が観察光学系の真下に位置している状態を示している。

【図2】図1の走査型プローブ顕微鏡において、観察箇所が探針の真下に位置している状態を示している。

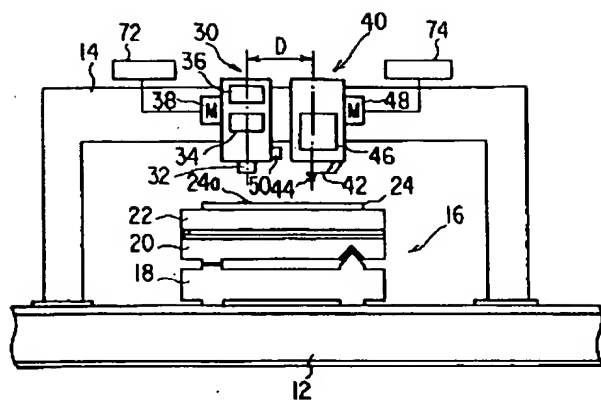
【図3】図1と図2に示される位置センサーの具体例の構成を示す図であり、(A)は正面から見た図、(B)は上から見た図である。

30 【図4】図1と図2に示される位置センサーの別の具体例の構成を示す図である。

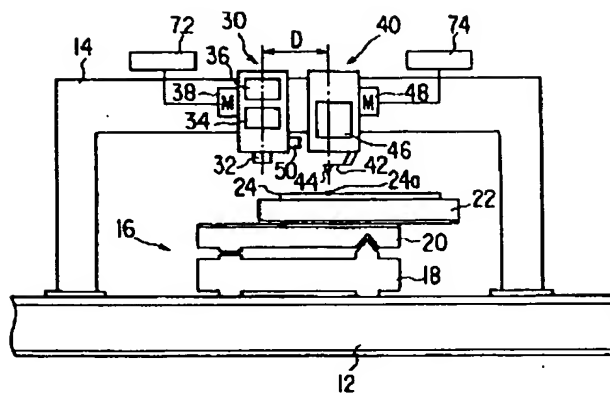
【符号の説明】

- 16 ステージ
- 24 試料
- 30 光学顕微鏡部
- 32 対物レンズ
- 40 探針ユニット
- 44 探針
- 46 スキャナー
- 48 モーター
- 50 位置センサー
- 74 駆動制御部

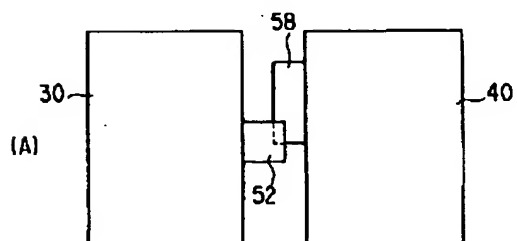
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

